ALIENÍGENAS

Vida na Terra, um conceito sem consenso

Um extraterrestre poderia supor que a forma de vida na Terra é o automóvel

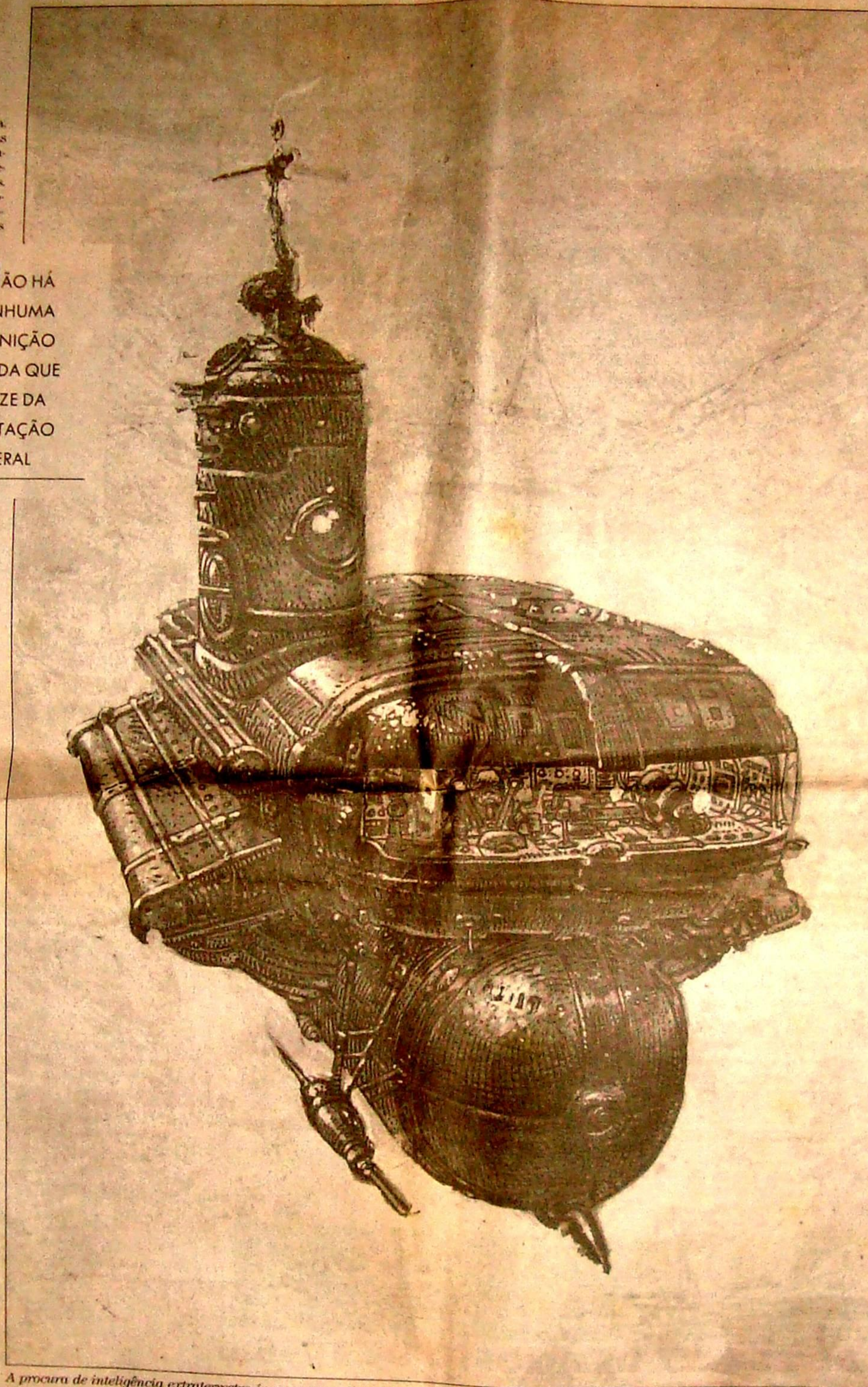
CARL SAGAN

Sabe-se muito sobre a vida. Anatomistas e taxionomistas estudaram as formas e relações de mais de um milhão de diferentes espécies de plantas e animais. Fisiologistas investigaram o funcionamento global dos organismos. Bioquímicos sondaram as interações biológicas das moléculas orgânicas que constituem a vida em nosso planeta. Biólogos moleculares descobriram as moléculas responsáveis pela reprodução e pela passagem de informação hereditária de uma geração para outra, matéria que os geneticistas tinham estudado previamente sem chegar ao nível molecular. Ecologistas investigaram as relações entre os organismos e seu ambiente, embriologistas, o desenvolvimento de organismos complexos a partir de uma única célula; biólogos da evolução, a emergência de organismos a partir de formas preexistentes ao longo do tempo geológico. No entanto, apesar do enorme acúmulo de informação que cada uma dessas especialidades biológicas forneceu, impressiona o fato de que não exista nenhum acordo geral sobre o que é que está sendo estudado. Não há nenhuma definição de vida que goze da aceitação geral. As várias especialidades biológicas exibem uma tendência discernível a definir a vida segundo sua própria nomenclatura. Também as pessoas comuns tendem a conceber a vida em seus próprios termos. Se perguntarmos ao homem da rua sobre a vida em outros planetas, freqüentemente ele descreverá uma vida de tipo nitidamente humano. Muitas pessoas acreditam que os insetos não são animais, porque por "animais" elas entendem "mamíferos". O homem tende a definir em termos do familiar. Verdades fundamentais, porém, podem não ser familiares. Entre as definições que se seguem, as duas primeiras são expressas em termos familiares na vida cotidiana, as outras três baseiam-se em conceitos abstratos e em estruturas teóricas.

NÃO HÁ NENHUMA DEFINIÇÃO DE VIDA QUE GOZE DA ACEITAÇÃO GERAL

Fisiológica. Durante muitos anos, uma definição fisiológica da vida gozou de popularidade. A vida era definida como qualquer sistema capaz de desempenhar várias funções tais como comer, metabolizar, excretar, respirar, mover-se, crescer, reproduzir e reagir a estímulos externos. Muitas dessas propriedades, contudo, estão presentes em máquinas que ninguém se dispõe a chamar de vivas. Pode-se dizer que um automóvel come, metaboliza, excreta, respira, move-se e reage a estímulos externos. Um visitante de outro planeta, a julgar pelo imenso número de automóveis na Terra e o modo como cidades e paisagens foram planejadas em exclusivo benefício dos carros, poderia acreditar que os automóveis não apenas são vivos, como também são a forma de vida dominante no planeta.

Metabólica. A definição metabólica ainda prevalece entre muitos biólogos. Ela descreve um sistema vivo como um objeto com limites definidos, que troca continuamente parte de seus elementos com seu meio, sem alterar porém suas propriedades gerais, pelo menos durante algum tempo. Mais uma vez, contudo, há exceções. Existem sementes e esporos que, sob baixas temperaturas, permanecem, ao que tudo indica, inteiramente inativos por centenas e talvez milhares de anos, podendo, no entanto, reviver plenamente, desde que submetidos a condições mais amenas. Uma chama como a de uma vela, num quarto fechado, terá uma forma perfeitamente definida, com limites fixos, e será mantida pela combinação da sua cera orgânica com o oxigênio molecular, produzindo dióxido de carbono e água. Diga-se de passagem que uma reação química similar é fundamental para a maior parte da vida animal na Terra. As chamas têm também notória capacidade de crescer.

Bioquímica. Uma definição bioquímica ou biológica molecular trata os organismos vivos como sistemas que contêm informação hereditária reproduzível, codificada em moléculas de ácido nucléico, e que metabolizam através do controle que exercem sobre o ritmo de reações químicas por meio de catalisadores protéicos conhecidos como enzimas. Sob muitos aspectos, esta definição da vida é mais satisfatória que a fisiológica ou a metabólica. Mesmo ela, entretanto, leva a pensar em contra-exemplos. Parece haver algumas provas de que um agente pantovirótico (prion) que ataca os carneiros não contém ácido nucléico algum, embora se tenha formulado a hipótese de que os ácidos nucléicos do animal hospedeiro possam, não obstante, estar envolvidos na sua reprodução. Além disso, uma definição feita em termos estritamente químicos parece vulnerável. Implica que, se o homem fosse capaz de construir um sistema dotado de todas as propriedades funcionais da vida, este continuaria não sendo vivo se lhe faltassem as moléculas de que os biólogos terrenos tanto gostam — e de que são feitos.

O HOMEM DEFINE EM TERMOS DO FAMILIAR

Genética. Todos os organismos existentes na Terra, desde a mais simples célula até o próprio homem, são máquinas dotadas de capacidade extraordinária, que executam sem esforço transformações complexas de moléculas orgânicas, exibem elaborados padrões de comportamento e constroem indefinidamente, a partir da matéria-prima presente no meio ambiente, cópias mais ou menos idênticas de si mesmas. Como puderam surgir um dia máquinas com essa assombrosa complexidade e essa atordoante beleza? A resposta, para a qual existe hoje excelente comprovação científica, foi percebida pela primeira vez pelo teórico da evolução Charles Darwin, nos anos que precederam a publicação, em 1859, de sua obra memorável *Sobre A Origem Das Espécies*. Reformulada em termos contemporâneos, sua teoria da seleção natural propõe mais ou menos o seguinte: a informação hereditária é transportada por grandes moléculas conhecidas como genes, compostas de ácidos nucléicos. Diferentes genes são responsáveis pela expressão de diferentes características do organismo. Durante a reprodução do organismo, os genes também se reproduzem, ou se duplicam, transmitindo à geração seguinte as instruções relativas a várias características. Ocasionalmente, ocorrem imperfeições na duplicação dos genes, chamadas mutações. Uma mutação altera as instruções referentes a uma ou várias características particulares. Ela também se reproduz de maneira invariável, isto é, sua capacidade de determinar certa característica do organismo, permanece inalterada durante gerações, até que o gene mudado sofra ele próprio uma mutação. Algumas mutações, quando expressas, produzem características favoráveis ao organismo; organismos com tais genes favoráveis tenderão a se reproduzir mais do que aqueles que não os possuem. Em sua maioria, contudo, as mutações revelam-se deletérias e freqüentemente ocasionam alguma incapacitação ou a morte do organismo. Para ilustrar, é improvável que se possa aperfeiçoar o funcionamento de um relógio de pulso delicadamente confeccionado derrubando-o de cima de um prédio alto. O relógio pode ficar melhor, mas isso é extremamente improvável. Os organismos são elaborados com muito mais requinte que o mais fino dos relógios, de modo que qualquer mudança aleatória tem uma probabilidade ainda maior de ser deletéria. Ocasionalmente, no entanto, a mudança benéfica e hereditária ocorre, e resulta num organismo mais bem adaptado ao seu ambiente. Desse modo, os organismos evoluem lentamente rumo a uma melhor adaptação e, na maioria dos casos, rumo a uma maior complexidade. Essa evolução, no entanto, ocorre apenas a um custo extremamente elevado: o homem só existe hoje, complexo e razoavelmente bem adaptado, por causa de bilhões de mortes de organismos ligeiramente menos adaptados e um pouco menos complexos. Em suma, a teoria darwiniana da evolução natural afirma que os organismos complexos se desenvolveram, ou evoluíram, graças à reprodução, mutação, e reprodução de mutações. Portanto, uma definição genética da vida seria: sistema capaz de evolução por meio da seleção natural.

A VIDA NA TERRA DEPENDE DA LUZ SOLAR

Esta definição dá grande ênfase à importância da duplicação. Em qualquer organismo, um enorme esforço biológico está voltado para a duplicação, embora esta não confira nenhum benefício óbvio ao organismo duplicador. Alguns organismos não o duplicam em absoluto, mas suas células individuais o fazem. É verdade também que, definida deste modo, a vida não exclui a duplicação sintética. Seria possível construir uma máquina capaz de produzir cópias idênticas de si mesma a partir de blocos de construção pré-fabricados espalhados por um terreno, mas que montaria seus descendentes de maneira ligeiramente diferente caso houvesse uma mudança aleatória em suas instruções. Uma máquina como esta duplicaria também suas instruções. Mas o fato de que tal máquina atenderia à definição genética de vida não é um argumento contra essa definição, de fato, se os blocos de construção fossem suficientemente simples, essa máquina teria a capacidade de se desenvolver em sistemas muito complexos que teriam todas as demais propriedades atribuídas aos sistemas vivos. A definição genética tem a vantagem adicional de ser expressa em termos funcionais: não depende de nenhuma escolha particular de moléculas constituintes. A improbabilidade dos organismos existentes é tão grande que não é possível que tenham surgido por meio de processos aleatórios e sem continuidade histórica. Fundamental para a definição genética da vida é a crença de que certo nível de complexidade não pode ser alcançado sem seleção natural.

Termodinâmica. A termodinâmica distingue entre sistemas abertos e fechados. O sistema fechado está isolado do resto do ambiente, não trocando luz, calor nem matéria com seu meio. O sistema aberto é aquele em que essas trocas ocorrem. A segunda lei da termodinâmica afirma que, num sistem fechado, não pode ocorrer nenhum processo que aumente a ordem (ou reduza a entropia) do sistema. Assim, o Universo, tomado como um todo, está se movendo constantemente rumo a um estado de aleatoriedade completa, desprovido de toda ordem, padrão ou beleza. Esse destino é conhecido desde o século 19 como a "morte térmica" do Universo. No entanto, os organismos vivos são ordenados, parecendo representar uma contradição à segunda lei da termodinâmica. Os sistemas vivos poderiam ser definidos como regiões localizadas em que há um aumento contínuo da ordem. Os sistemas vivos não estão, contudo, em contradição com a segunda lei. Eles aumentam sua ordem à custa de uma redução maior na ordem do Universo exterior. Os sistemas vivos não são fechados, e sim abertos. A maior parte da vida na Terra, por exemplo, depende do fluxo da luz solar, que é utilizado pelas plantas para construir moléculas complexas a partir de moléculas simples. A ordem que disso resulta aqui na Terra é mais do que compensada pela redução da ordem no Sol, através dos processos termonucleares responsáveis pela sua radiação.

Alguns cientistas afirmam, com base numa termodinâmica bastante geral dos sistemas abertos, que a ordem de um sistema aumenta quando a energia flui através dele, sustentando ainda que isso ocorre através do desenvolvimento de ciclos. Um ciclo biológico simples, que ocorre na Terra, é o ciclo do carbono. O carbono proveniente do gás carbônico da atmosfera é incorporado por plantas e convertido em carboidratos através do processo da fotossíntese.

Esses carboidratos são oxidados por plantas e animais, na busca de extrair energia útil contida em suas ligações químicas. Na oxidação de carboidratos, o gás carbônico é devolvido à atmosfera, completando o ciclo. Já se demonstrou que ciclos semelhantes se desenvolvem espontaneamente e na ausência de vida, mediante o fluxo de energia, através de um sistema químico. Nesta concepção, os ciclos biológicos são uma exploração pelos sistemas vivos desses ciclos termodinâmicos que preexistem na ausência de vida. Não se sabe se processo termodinâmico de sistemas abertos na ausência de replicação são capazes de conduzir aos tipos de complexidade que caracterizam os sistemas biológicos. Está claro que a vida na Terra surgiu da replicação, embora tenham sido usadas vias termodinamicamente favorecidas.

A procura de inteligência extraterrestre é um empreendimento espetacular, especialmente por causa do enorme alcance de possíveis êxitos

■ Continua na página seguinte